

Fontenay-aux-Roses, le 21 août 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00269

Objet : Transport - Emballage FS47 - Autorisation de transport en caisson

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-022996 du 23 juin 2017
2. Règlement de transport de l'AIEA N° SSR-6 - édition 2012

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation de transport d'emballages FS47 dans un nouveau modèle de caisson, transmise par la société AREVA TN. Ce nouveau modèle de caisson permettra le transport par voie routière d'au maximum dix colis FS47 chargés d'oxyde de plutonium ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium et remplacera progressivement les caissons actuellement utilisés.

A l'appui de la demande d'autorisation de transport avec le nouveau modèle de caisson, objet du présent avis, le requérant a transmis notamment une étude du comportement thermique des colis FS 47 dans le nouveau modèle de caisson qui s'appuie sur des essais thermiques ainsi que sur des simulations numériques.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en seconde référence. De cette expertise, qui tient compte également des informations complémentaires transmises par le requérant au cours de l'instruction, il ressort les points importants ci-après.

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS ET DU CAISSON

1.1 Colis FS47

L'emballage FS47, transporté en position verticale, se compose d'un corps cylindrique muni d'un système de fermeture et d'un capot amortisseur amovible coiffant la partie supérieure du corps.

Ce dernier est constitué de viroles en acier inoxydable qui délimitent des espaces remplis de matériaux assurant une protection radiologique et thermique.

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

La cavité de l'emballage est destinée à accueillir des aménagements internes dans lesquels sont chargés les matières radioactives constituées d'oxyde de plutonium ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium sous formes de poudres, granulés ou pastilles frittées. Onze types de contenus sont actuellement autorisés.

1.2 Caisson de transport

Le nouveau modèle de caisson prévu pour le transport simultané de colis FS47 est un conteneur ISO aménagé pour recevoir un râtelier dans lesquels seront introduits les emballages chargés. Il se distingue du modèle de caisson actuellement utilisé pour le transport confiné de colis FS47 par la présence, en parties inférieure et supérieure de ses parois latérales, d'ouvertures destinées à favoriser la circulation de l'air dans l'enceinte du caisson afin d'améliorer le refroidissement des colis transportés.

Les ouvertures latérales, protégées par des grillages métalliques, sont équipées de dispositifs favorisant la circulation de l'air. La structure du plancher du caisson, constituée de canaux, permet de canaliser le flux d'air entrant dans le caisson par une ouverture médiane ; l'évacuation de l'air est réalisée par l'intermédiaire des canaux de toit, au niveau des ouvertures supérieures latérales du caisson.

2 ESSAIS THERMIQUES

En préalable à la présente demande d'autorisation de transport, le requérant a sollicité l'autorisation de l'ASN pour réaliser des essais thermiques afin d'évaluer les performances thermiques du nouveau modèle de caisson. A la suite de l'expertise par l'IRSN du programme d'essais, l'ASN a notamment demandé au requérant de compléter l'instrumentation des exemplaires d'emballages utilisés. Le requérant a complété son programme d'essais en conséquence. L'ASN a également demandé au requérant de justifier que le râtelier retenu pour les essais thermiques est représentatif des râteliers prévus pour le transport, et qu'il conduit à des résultats enveloppes.

Les justifications de sûreté transmises par le requérant en appui à la présente demande d'autorisation de transport tiennent compte des résultats de ces essais réalisés en 2016.

Les mesures des températures réalisées lors des essais ont permis de déterminer les coefficients d'échanges convectifs au voisinage des colis chargés dans le caisson. Ces mesures ont été utilisées pour recalibrer le modèle numérique simulant les échanges thermo-fluidiques autour des colis, qui a été utilisé dans l'étude du comportement thermique du modèle de colis FS 47 à l'intérieur du nouveau modèle de caisson.

2.1 Représentativité du râtelier

Lors des essais thermiques, les emballages FS47 ont été positionnés dans un râtelier, lui-même chargé dans un caisson placé sur une remorque afin de reproduire la configuration de transport. Les essais ont été réalisés à l'intérieur d'un local fermé.

Concernant la représentativité du râtelier retenu pour les essais thermiques au regard des types de râteliers prévus, le requérant a indiqué, dans la demande d'autorisation, que les râteliers qui seront utilisés pour les transports des colis sur la voie publique présenteront des caractéristiques similaires, du point de vue de l'écoulement de l'air autour des colis, à celui utilisé lors des essais ; ainsi, il a défini, dans une note jointe à la demande d'autorisation de transport, la surface minimale des ouvertures dans le plancher des râteliers qui pourront être utilisés pour le transport de colis FS 47. Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

2.2 Représentativité des emballages

Les essais ont été réalisés avec des emballages FS47 issus du parc d'emballages existants. Dans son expertise du programme d'essais précité, l'IRSN avait estimé que les modifications apportées à certains composants de ces emballages n'étaient pas de nature à modifier le comportement thermique des colis.

La puissance thermique des contenus a été simulée au moyen de cannes chauffantes placées au centre de la cavité des colis. Les essais ont été réalisés pour deux niveaux de puissance thermique, la puissance simulée dans chacun des dix colis étant identique.

2.3 Mesures réalisées lors des essais

Lors des essais, des mesures de température et de débits d'air ont été effectuées au voisinage des colis et en plusieurs endroits du caisson. Concernant le positionnement des capteurs, le requérant a pris en compte la demande de l'ASN formulée à la suite de l'expertise du programme d'essais précité.

Le requérant a déterminé les températures atteintes à l'équilibre thermique pour l'essai réalisé avec le niveau de puissance le plus élevé. En revanche, les critères d'atteinte de l'équilibre thermique n'ayant pas été atteints pour l'autre essai, les résultats de ce dernier n'ont pas été utilisés par le requérant pour le recalage du modèle numérique utilisé dans l'étude du comportement thermique du modèle de colis FS47 transporté avec le nouveau modèle de caisson.

3 COMPORTEMENT THERMIQUE DU MODELE DE COLIS FS47 DANS LE NOUVEAU MODELE DE CAISSON

L'étude thermique présentée dans le dossier de sûreté du modèle de colis FS47 référencé dans le certificat d'agrément comporte des simulations numériques considérant le colis dans un environnement libre simulant les conditions normales de transport du colis. Cette étude montre que, pour chaque contenu autorisé, un des composants du colis (protection neutronique,...) atteint sa température maximale d'utilisation, cette dernière étant alors désignée « critère de température » du contenu.

Dans le cadre de la présente demande d'autorisation de transport, les justifications présentées par le requérant visent à montrer notamment que les critères de température des composants des colis sont respectés lors des transports du colis avec le nouveau modèle de caisson pour chaque contenu autorisé.

Ces justifications reposent sur des calculs effectués avec un modèle numérique. A cet égard, les hypothèses d'échanges thermiques dans l'enceinte du caisson ont été déterminées sur la base des mesures relevées lors de l'essai thermique correspondant au niveau de puissance le plus élevé. Le requérant a reproduit par calcul la configuration testée lors de l'essai. Les résultats des calculs ont par la suite été comparés aux mesures relevées afin de recalibrer le modèle numérique développé. Le requérant a ensuite utilisé le modèle numérique recalibré pour évaluer la température maximale des colis chargés des contenus décrits dans le certificat d'agrément en vigueur en tenant compte des conditions d'ambiance thermique simulant les conditions normales de transport telles que présentées dans la réglementation citée en seconde référence.

3.1.1 Modèle de calcul

Le requérant a modélisé en trois dimensions la portion du caisson comprenant le colis FS47 pour lequel les températures atteintes sont les plus élevées. Le râtelier n'a pas été modélisé, son influence étant prise en compte au travers d'un coefficient correcteur des échanges convectifs au voisinage du colis.

Le requérant a considéré la puissance répartie sur une hauteur correspondant à celle des boîtes de conditionnement primaire utilisées pour le chargement des contenus présentant la puissance thermique maximale, ce qui est acceptable. En revanche, il n'a pas précisé, dans les documents transmis, les épaisseurs des matériaux constituant l'emballage retenues dans son modèle. Toutefois, il a indiqué, au cours de l'instruction, que le modèle était identique à celui retenu dans le dossier de sûreté référencé dans le certificat d'agrément en vigueur, pour évaluer le comportement thermique du colis dans un environnement libre simulant les conditions normales de transport. Ceci n'appelle pas de remarque.

Les parois externes et internes du caisson sont peintes. Afin de tenir compte de la présence de salissures sur ces parois, le requérant a évalué l'influence d'une variation des coefficients d'absorptivité et d'émissivité thermique des parois externes du caisson sur les températures des colis.

Le requérant a simulé les échanges thermiques par convection et rayonnement entre, d'une part les surfaces externes des colis et les parois internes du caisson, d'autre part les parois externes du caisson et le milieu ambiant. De plus, sur la base d'une modélisation simplifiée des canaux du plancher et du toit, le requérant a évalué les pertes de charges pour chacun de ces éléments, en tenant compte de leur géométrie et de la vitesse d'écoulement de l'air mesurée lors des essais.

Les calculs effectués ont été réalisés pour des caractéristiques données du râtelier (distance entre colis et distance entre le fond du caisson et les caissons notamment). A cet égard, le requérant définit, dans une note jointe à la demande d'autorisation de transport, plusieurs paramètres devant être respectés pour la conception des râteliers, notamment les distances minimales entre les colis et entre le fond du caisson et les colis ainsi que l'émissivité minimale des matériaux du caisson. **L'IRSN estime que la note définissant les caractéristiques à respecter pour le caisson et le râtelier devra être référencée dans l'autorisation de transport de colis FS 47 avec le nouveau modèle de caisson.**

3.1.2 Recalage du modèle numérique

Le requérant réalise un recalage du modèle numérique afin de prendre en compte les effets relatifs à la circulation d'air dans le caisson, notamment l'influence de la structure du râtelier, qui n'est pas modélisé. Pour cela, il applique un coefficient correcteur, issu des essais, sur les échanges convectifs au voisinage de la virole externe des emballages. Un unique facteur correctif est appliqué sur toute la hauteur des emballages alors que pour reproduire par calculs les échanges réels dans l'enceinte du caisson, l'utilisation de plusieurs facteurs correctifs en fonction de la hauteur du colis serait rigoureusement nécessaire. Concernant ce point, l'IRSN relève que le facteur correctif déterminé conduit à une surestimation des températures calculées par rapport à celles mesurées de l'ordre de quelques degrés. Dans ce cas, cette approximation est acceptable.

Les températures du caisson déterminées par calculs sont quant à elles similaires à celles relevées lors de l'essai.

3.1.3 Evaluation des températures maximales

Le modèle numérique a été utilisé par le requérant pour effectuer des calculs pour cinq puissances thermiques différentes, correspondant à la puissance maximale associée aux onze contenus autorisés dans le certificat

d'agrément en vigueur du modèle de colis FS 47 (contenu n° 1, contenus n° 2, 3, 11 et 13, contenus n° 5 et 6, contenus n° 8, 9 et 14, contenu n° 10). Dans chacun des calculs réalisés, la puissance thermique considérée est identique pour chacun des dix colis à l'intérieur du caisson.

Le requérant a considéré dans les calculs les conditions de températures ambiante et d'ensoleillement des parois externes du caisson définies dans la réglementation citée en seconde référence.

Au regard des résultats obtenus, le requérant conclut que le transport confiné de dix colis FS47 dans le nouveau modèle de caisson permet de respecter les critères de température définis sous réserve de diminuer la puissance thermique des contenus n°2, 3, 11 et 13 de 23 % par rapport à celles spécifiées, pour le transport du colis en environnement libre, dans le certificat d'agrément en vigueur pour le transport du colis FS 47. En effet, les calculs effectués montrent que les critères de température sont respectés pour les sept autres contenus autorisés dans le certificat d'agrément en vigueur. **Les calculs réalisés par le requérant n'appellent pas de remarque. L'IRSN estime que les puissances thermiques maximales retenues pour les contenus n°2, 3, 11 et 13 devront être spécifiées dans l'autorisation de transport des colis FS 47 avec le nouveau modèle de caisson.**

4 CONCLUSION

A l'issue de l'instruction réalisée, l'IRSN considère acceptable, du point de vue de la sûreté, l'utilisation du nouveau modèle de caisson destiné au transport simultané d'au plus dix colis FS47 chargés des contenus autorisés dans le certificat d'agrément en vigueur, dans les conditions définies dans les documents joints à la demande d'autorisation de transport transmise par la société AREVA TN, sous réserve de spécifier dans cette autorisation les valeurs de puissance thermique maximale des contenus retenues dans cette demande ainsi que la note indiquant les caractéristiques à respecter pour le caisson et le râtelier.

Pour le directeur général, par délégation

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté